

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 2.1.2004

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija  
Applicant

Wärtsilä Finland Oy  
Vaasa

Patentihakemus nro  
Patent application no

20030196

Tekemispäivä  
Filing date

06.02.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

F01N

Keksiinon nimitys  
Title of invention

"Polttomoottorin pakokaasujen hapetuskatalysaattorin  
regeneraatiojärjestely ja menetelmä polttomoottorin pakokaasujen  
hapetuskatalysaattorin regeneroimiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings originally filed with the  
Finnish Patent Office.

Pirjo Kalla  
Tutkimussihteeri

Maksu 50  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001  
Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No.  
1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and  
Registration of Finland.

---

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

POLTTOMOOTTORIN PAKOKAASUJEN HAPETUSKATALYSAATTORIN REGENERAATIOJÄRJESTELY JA MENETELMÄ POLTTOMOOTTORIN PAKOKAASUJEN HAPETUSKATALYSAATTORIN REGENEROIMISEKSI - REGENERATION ARRANGEMANG AV OXIDATIONSKATALYSATOR FÖR FÖRBRÄNNINGSMOTOR AVGASER OCH FÖRFARANDE FÖR ATT REGENERERA OXIDATIONSKATALYSATOR AV FÖRBRÄNNINGSMOTOR AVGASER

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen järjestely sekä patenttivaatimuksen 6 johdanto-osan mukainen menetelmä.

10

Hapetuskatalysaattoreita käytetään erilaisten prosessien pakokaasujen hiilivetyjen hapettamiseksi. Esimerkiksi polttomoottoreiden pakokaasut voivat sisältää erilaisia palamattomia hiilivetyjä. Näiden hapettamiseksi ennen ilmakehään vapauttamista käytetään yleisesti katalysaattoreita. Katalysaattorit ovat kuitenkin herkkiä ja ns. myrkyttymisen ts. niiden toimintakyvyn laskeminen voi tapahtua tiettyjen aineiden läsnäolon seurauksena. Erityisesti hapetuskatalysaattorit ovat herkkiä rikkimyrkyttymiselle. On kuitenkin tunnettua, että pelkistävissä olosuhteissa vety ( $H_2$ ) voi reagoida rikin kanssa poistuen  $H_2S$ :nä. Tällainen rikin poistaminen palauttaa katalysaattorin toimintakyvyn.

15 20

Suurikokoisissa moottoreissa on niihin yhdistettyjen pakokaasun hapetuskatalysaattoreiden regenerointi ts. toimintakyvyn palauttaminen vaikeaa. Moottoreiden käyttöajat ovat pitkiä ja eivätkä pakokaasut ole pelkistäviä, ainakaan riittävissä määrin.

25

Keksinnön tarkoituksesta on aikaansaada järjestely ja menetelmä, joiden avulla erityisesti suurien moottoreiden yhteydessä hapetuskatalysaattorin toimintaa voidaan parantaa merkittävästi.

Keksinnön tavoitteet saavutetaan pääasiassa patenttivaatimuksessa 1 ja 6 sekä muissa vaatimuksissa tarkemmin esitettyllä tavalla.

Keksinnön mukaiselle polttomoottorin pakokaasujen hapetuskatalysaattorin regeneraatiojärjestelylle, jossa polttomoottorin pakokaasukanavaan on kytketty pakokaasujen sisältämien hiilivetyjen hapetuskatalysaattori, ja joka regeneraatiojärjestely käsittää pelkistävän kaasun lähteen, on pääasiassa tunnusomaista se, että hapetuskatalysaattorin regeneroimisen aikaansaamiseksi pakokaasukanavaan on yhdistetty pakokaasun virtaussuunnassa ennen mainittua hapetuskatalysaattoria pelkistävää kaasua tuottava järjestely pelkistävän kaasun johtamiseksi hapetuskatalysaattoriin. Tällaisen järjestelyn avulla voidaan hapetuskatalysaattorin mahdollisen myrkyttymisen jälkeen suorittaa katalysaattorin regenerointi halutussa tilanteessa.

15 Hapetuskatalysaattorin regeneroimisen edellytyksenä on riittävän korkea lämpötila. Keksinnön eräs perusajatus onkin käyttää hyväksi katalysaattoriin normaalin käytön aikana varautunutta lämpöä.

20 Pakokaasukanavaan on erään keksinnön suoritusmuodon mukaisesti järjestetty ohituskanava ohittamaan hapetuskatalysaattori, jolloin pakokaasua voidaan ohjata hapetuskatalysaattorin ohitse. Lisäksi tällöin pelkistävää kaasua tuottava järjestely on kytketty pakokaasukanavaan kaasun virtaussuunnassa ennen katalysaattoria olevan ohituskanavan haarakohdan ja hapetuskatalysaattorin väliin. Pelkistävää kaasua tuottava järjestely käsittää polttoaineen lähteen sekä 25 polttoaineesta pelkistävää kaasua tuottavan polttoaineen reformerin. Pelkistävää kaasua tuottava järjestely on edullisesti yhdistetty pakokaasukanavaan ensimmäisen sulkulaitteen kautta, ja sulkulaite on toiminnallisesti yhteydessä ohjauslaitteistoon sulkulaitteen ohjamiseksi. Ohituskanava on varustettu toisella sulkulaitteella ja pakokaasukanava on vastaavasti varustettu kolmannella sulkulaitteella, jotka sulkulaitteet ovat niinikään toiminnallisesti yhteydessä ohjauslaitteistoon sulkulaitteiden ohjamiseksi.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä polttomoottorin pakokaasujen hapetuskatalysaattorin regeneroimiseksi moottorin normaalissa käynnissä polttomoottorin pakokaasut johdetaan hapetuskatalysaattorin lävitse, ja hapetuskatalysaattori

5 regeneroidaan halutulla hetkellä tuomalla katalysaattorin yhteyteen pelkistävää kaasua. Keksinnön mukaiselle menetelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, että ainakin regeneroimisen aikana katalysaattorin kautta virtaavan moottorin pakokaasun määrää pienennetään oleellisesti normaalilta käynnin tilanteeseen nähdien.

10

Keksinnön erään suoritusmuodon mukaan moottorin pakokaasun virtausmäärää pienennetään johtamalla osa pakokaasuista hapetuskatalysaattorin ohitse. Tänä aikana voidaan hapetuskatalysaattoriin johtaa pelkistävää kaasua, mikä kunnostaa katalysaattorin.

15

Keksinnön erään toisen suoritusmuodon mukaan moottorin pakokaasun virtausmäärää pienennetään sammuttamalla moottori .

20 Menetelmän toteuttamiseksi hapetuskatalysaattorin lämpötilaa mitataan ja lämpötilatieto viedään ohjauslaitteistoon, jonka ohjaamana pelkistävän kaasun tuonti pakokaasuihin lopetetaan hapetuskatalysaattorin lämpötilan laskettua tiettyyn asetusarvoon. Pelkistävää kaasua tuotetaan erillisellä pelkistävää kaasua tuottavalla järjestelyllä. Pelkistävää kaasua tuottavan järjestelyn yksityiskohtainen toteutustapa ei sinänsä ole eksinnön kannalta oleellinen, vaan tähän voidaan käyttää erilaisia ratkaisuja. Eräs mahdollisuus on käyttää järjestelyä, 25 jossa pelkistävää kaasua tuotetaan polttoaineen epätäydellisen hapetuksen avulla.

30 Keksintöä selostetaan seuraavassa esimerkin omaisesti viitaten oheiseen piirustukseen, jossa kuvio 1 esittää kaaviomaisesti eksinnön mukaista järjestelyä.

Kuviossa 1 on esitetty kytkentä, jossa polttomoottorin 1 yhteyteen on sovitettu pakokaasujen hapetuskatalysaattori 2 regeneraatiojärjestely. Regeneraatiojärjestelyssä polttomoottorin 1 pakokaasukanavaan 3 on kytketty pakokaasujen sisältämien hiilivetyjen hapetuskatalysaattori 2, jonka avulla pakokaasujen sisältämiä hiilivetyjä voidaan hapettaa. Järjestelyssä on lisäksi pelkistävän kaasun lähteenä toimiva kaasua tuottava järjestely 4, joka käsittää polttoaineen lähteen 6, kuten säiliön sekä polttoaineen reformerin 7, jonka avulla voidaan toteuttaa esimerkiksi polttoaineen epätäydellinen hapetus prosessi. Polttoaineen reformeri 7 on yhdistetty pakokaasukanavaan pakokaasun virtaussuunnassa ennen mainittua hapetuskatalysaattoria 2 ensimmäisen sulkulaitteen kautta, jolloin pelkistävän kaasun virtausta pakokaasukanavaan voidaan ohjata halutulla tavalla. Ohjaus tapahtuu järjestelyyn kuuluvan ohjauslaitteiston toimesta. Järjestely käsittää myös ohituskanavan 5 ohittamaan hapetuskatalysaattori 2, jolloin reformeri 7 on kytketty pakokaasukanavaan 3 kaasun virtaussuunnassa ennen katalysaattoria olevan ohituskanavan 5 haarakohdan 5.1 ja hapetuskatalysaattorin 2 väliin. Ohituskanava 5 on varustettu toisella sulkulaitteella 9, joka on toiminnallisesti yhteydessä ohjauslaitteistoon 11 sulkulaitteen ohjaamiseksi. Myös pakokaasukanava 3 on ohituskanavan haarakohdan jälkeen vastaavasti varustettu kolmannella sulkulaitteella 10, joka on myös toiminnallisesti yhteydessä ohjauslaitteistoon 11 sulkulaitteen ohjaamiseksi.

Moottorin normaalissa käynnissä polttomoottorin pakokaasut johdetaan hapetuskatalysaattorin 2 lävitse. On mahdollista, että hapetuskatalysaattori käytön myötä myrkytyy, erityisesti rikkimyrkytys on tyypillistä hapetuskatalysaattoreille. Tällöin sen kky katalysoida toivottuja reaktioita heikkenee merkittävästi. Katalysaattorin toimintakyvyn palauttamiseksi hapetuskatalysaattori 2 regeneroidaan halutulla hetkellä tuomalla katalysaattorin yhteyteen pelkistävää kaasua. Keksinnön mukaisesti tämä tehdään siten, että ainakin regeneroimisen aikana katalysaattorin kautta virtaavan moottorin pakokaasun määrää pienennetään oleellisesti normaalilin käynnin tilanteeseen nähden. Tämän aikaansaamiseksi ohjauslaitteiston 11 avulla suljetaan venttiilielintä 9 ja avataan venttiili-

lielintä 10. Tällöin moottorin 1 pakokaasut virtaavat ohituskanavan 5 kautta, ja hapetuskatalysaattoriin virtaus loppuu. Viimeistään tässä vaiheessa venttiilielin

8 avataan. Näin pelkistävä kaasua voi virrata hapetuskatalysaattoriin 2 ja se saadaan regeneroitua moottorin käydessä. Pelkistävä kaasua voidaan johtaa

5 katalysaattoriin 2 joko niin kauan, että regeneroituminen on kokonaisuudessaan tapahtunut tai sitten kunnes lämpötilamittauksen 12 perusteella havaitaan, että lämpötila on laskenut liian alas regeneroinnin tapahtumisen kannalta.

Siinä tapauksessa, että moottoria ollaan sammuttamassa joka tapauksessa,

10 voidaan pelkistävän kaasun tuonti ajoittaa tapahtuvaksi moottorin sammuttamisen jälkeen, jolloin katalysaattoriin varastoitunutta lämpöä hyödynnetään regenerointireaktioon. Tällöin moottorin sammuttamisen jälkeen venttiilielin 8 avataan pelkistävän kaasun johtamiseksi katalysaattoriin 2.

15 Keksintö ei ole rajoitettu esitettyyn sovellusmuotoon, vaan useita muunnelmia on ajateltavissa oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

## PATENTTIVAATIMUKSET

1. Polttomoottorin (1) pakokaasujen hapetuskatalysaattorin (2) regeneraatio-  
5 järjestely, jossa polttomoottorin (1) pakokaasukanavaan (3) on kytketty pakokaasujen sisältämien hiilivetyjen hapetuskatalysaattori (2), ja joka regeneraatiojärjestely käsittää pelkistävän kaasun lähteen, tunnettu siitä, että hapetuskatalysaattorin (2) regeneroimisen aikaansaamiseksi pakokaasukanavaan (3) on yhdistetty pakokaasun virtaussuunnassa ennen mainittua hapetuskatalysaattoria (2) pelkistävää kaasua tuottava järjestely (4) pelkistävän kaasun johtamiseksi hapetuskatalysaattoriin (2).
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että pakokaasukanavaan (3) on järjestetty ohituskanava (5) ohittamaan hapetuskatalysaattori (2), jolloin pelkistävää kaasua tuottava järjestely (4) on kytketty pakokaasukanavaan (3) kaasun virtaussuunnassa ennen katalysaattoria olevan ohituskanavan (5) haarakohdan (5.1) ja hapetuskatalysaattorin (2) väliin.
3. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen järjestely, tunnettu siitä, et-  
20 tä pelkistävää kaasua tuottava järjestely (4) käsittää polttoaineen lähteen (6) sekä polttoaineesta pelkistävää kaasua tuottavan polttoaineen reformerin (7).
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että pelkistävää kaasua tuottava järjestely (4) on yhdistetty pakokaasukanavaan (3) ensimmäisen sulkulaitteen (8) kautta, ja että sulkulaite on toiminnallisesti yhteydessä ohjauslaitteistoon (11) sulkulaitteen (8) ohjaamiseksi.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen järjestely, tunnettu siitä, että ohituskana-  
30 va (5) on varustettu toisella sulkulaitteella (9) ja pakokaasukanava (3) on vastaavasti varustettu kolmannella sulkulaitteella (10), jotka sulkulaitteet ovat toiminnallisesti yhteydessä ohjauslaitteistoon (11) sulkulaitteiden ohjaamiseksi.

6. Menetelmä polttomoottorin (1) pakokaasujen hapetuskatalysaattorin (2) regeneroimiseksi, jossa moottorin normaalissa käynnissä polttomoottorin pakokaasut johdetaan hapetuskatalysaattorin (2) lävitse, ja jossa menetelmässä hapetuskatalysaattori regeneroidaan halutulla hetkellä tuomalla katalysaattorin yhteyteen pelkistäävää kaasua, **tunnettua** siitä, että ainakin regeneroimisen aikana katalysaattorin kautta virtaavan moottorin pakokaasun määrää pienennetään oleellisesti normaalilta käynnin tilanteeseen nähdien.

5

10 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettua** siitä, että moottorin pakokaasun virtausmäärää pienennetään johtamalla osa pakokaasuista hapetuskatalysaattorin ohitse (5).

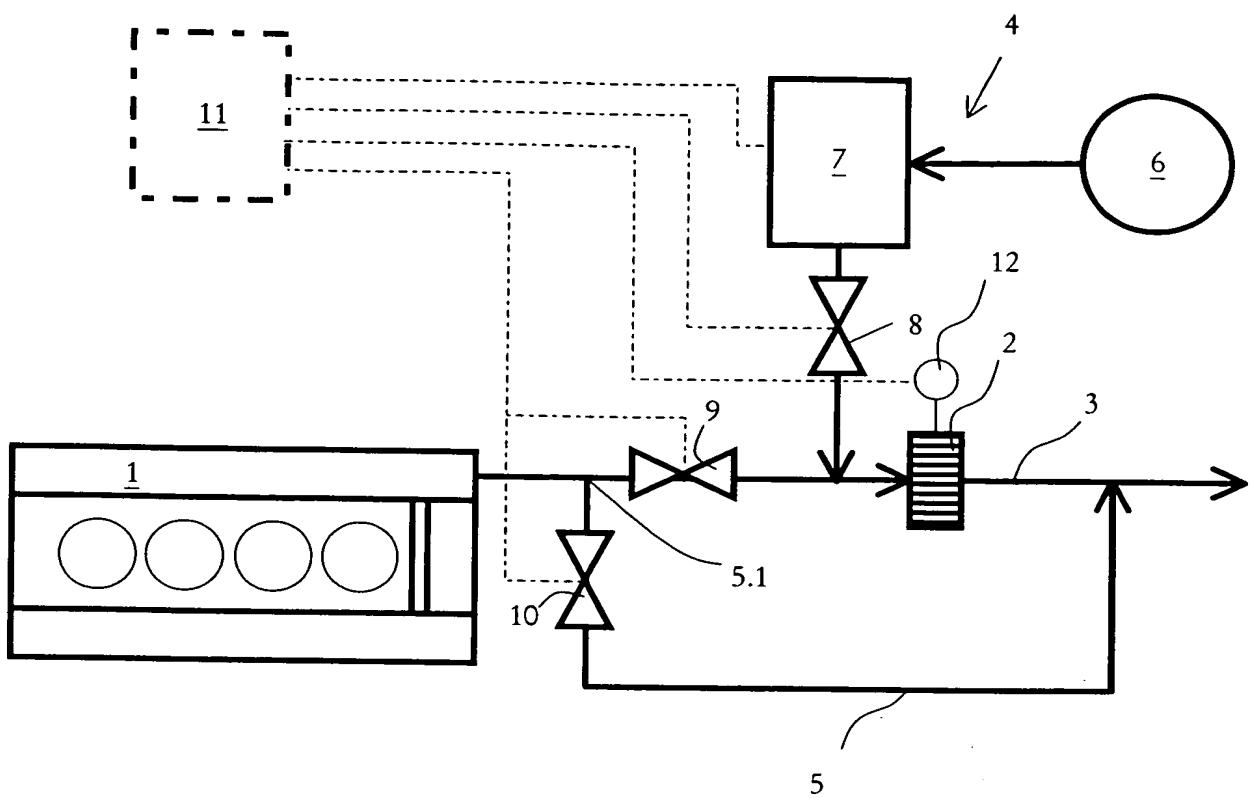
15 8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettua** siitä, että moottorin pakokaasun virtausmäärää pienennetään sammuttamalla moottori (1).

10 9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen menetelmä, **tunnettua** siitä, että hapetuskatalysaattorin (2) lämpötilaa mitataan (12) ja lämpötilatieto viedään ohjuslaitteistoon (11), jonka ohjaamana pelkistäävän kaasun tuonti pakokaasuihin 20 lopetetaan hapetuskatalysaattorin (2) lämpötilan laskettua tiettyyn asetusarvoon.

10. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, **tunnettua** siitä, että pelkistäävää kaasua tuotetaan erillisellä pelkistäävää kaasua tuottavalla järjestelyllä (4).

## (57) TIIVISTELMÄ

Polttomoottorin (1) pakokaasujen hapetuskatalysaattorin (2) regeneraatio-järjestely, jossa polttomoottorin (1) pakokaasukanaan (3) on kytketty pako-kaasujen sisältämien hiilivetyjen hapetuskatalysaatti (2), ja joka regeneraatiojärjestely käsittää pelkistävän kaasun lähteen. Hapetuskatalysaattorin (2) regeneroimisen aikaansaamiseksi pakokaasukanavaan (3) on yhdistetty pakokaasun virtaussuunnassa ennen mainittua hapetuskatalysaattoria (2) pelkistävää kaasua tuottava järjestely (4) pelkistävän kaasun johtamiseksi hapetuskatalysaattoriin (2). Keksintö kohdistuu myös vastaavaan menetelmään.



*Fig. 1*